

# TESTANDO A FUNÇÃO PPI: ANÁLISE DE PREVISIBILIDADE FENOLÓGICA UTILIZANDO DADOS DE HERBÁRIO

**Thaís Nogales da Costa Vasconcelos**

Departamento de Botânica, Universidade de Brasília (UnB),  
Brasília, Distrito Federal  
thais.nogales@gmail.com

**Juliana Silvestre Silva**

Departamento de Botânica, Universidade de Brasília (UnB),  
Brasília, Distrito Federal  
julay\_silvestre@yahoo.com.br

**Carolyn Elinore Barnes Proença**

Departamento de Botânica, Universidade de Brasília (UnB),  
Brasília, Distrito Federal  
cproenca@unb.br

---

**RESUMO** - O acúmulo de dados em herbários pode ampliar a quantidade de informações a respeito de variações fenológicas, tema especialmente importante no atual contexto de mudanças climáticas. Este trabalho visa testar a recente ferramenta PPI do programa BRAHMS, que estabelece padrões fenológicos baseando-se em dados de herbário, em algumas espécies da família Melastomataceae e comparar os resultados a observações de campo. O PPI constitui um índice intuitivamente compreensível que varia de 0 a 1, onde PPI = 1 indica uma espécie com perfeita fidelidade fenológica a um período e  $PPI \cong 0$  (0,02) uma espécie com alta plasticidade fenológica. A ferramenta também indica o período (mês, decanato ou semana) de maior probabilidade para cada fenofase. Os resultados da análise se mostraram confiáveis em relação às observações dos eventos em campo, com 84% das previsões fenológicas confirmadas. Divergências entre os dados resultantes do cálculo de PPI e observações de campo podem ser explicadas por uma quantidade insuficiente de eventos avaliados ou por um baixo PPI.

**Palavras-chave:** fenologia, Melastomataceae, Distrito Federal, exsicatas.

## INTRODUÇÃO

As últimas décadas foram marcadas por um renovado interesse pelas variações fenológicas, por serem estas indicadoras sensíveis às mudanças climáticas globais (Schwartz 1999). Nesse contexto, o acúmulo de dados ao longo dos anos nos herbários pode ampliar o nível de informações, já que as coleções botânicas adequadamente preparadas têm

sido utilizadas em diversos tipos de estudos ecológicos (IBGE 1992).

Tendo como objetivo facilitar o acesso e análise dessas informações, foi incorporada recentemente ao programa BRAHMS (Botanical Research And Herbarium Management System) a função PPI (Phenological Predictability Index), que estabelece padrões fenológicos baseando-se em dados de herbário. Eventos utilizados como padrão na ferramenta incluem formação de botões, flores e frutos, maturação de frutos e senescência de folhas, porém ela pode ser utilizada para análise de outros tipos de fenômenos periódicos como infecção por fungos, formação de galhas, ataques de insetos e alterações sazonais em ciclos de invertebrados de vida curta (BRAHMS documentation 2011). Se o período for mês, o valor fornecido pelo cálculo de PPI é confiável desde que haja um mínimo de 50 eventos de cada fenofase por espécie, ou seja, exsicatas que apresentem a fenofase desejada em mês/ano distintos (Proença *et al.* 2011).

Este trabalho visa testar a ferramenta PPI utilizando dados de herbários do Distrito Federal e comparar os resultados a observações de campo, a fim de testar a confiabilidade do índice. Selecionamos a família Melastomataceae Juss. para servir de modelo a esse estudo por possuírem elevado número de coletas nos herbários analisados, grande plasticidade de formas de vida, adaptação a várias estratégias reprodutivas e ampla distribuição nos trópicos, ocupando as mais diversas formações vegetais (Romero & Martins 2002).

## METODOLOGIA

Inserimos no BRAHMS, versão 6.9.8, dados fenológicos referentes a botões, flores e frutos de todas as exsicatas das espécies escolhidas armazenadas nos quatro herbários do Distrito Federal: UB, IBGE, CEN e HEPH, desde que coletadas no Distrito Federal entre os anos 1961 a 2011.

A lista de espécies escolhidas para este trabalho foi elaborada de forma a contemplar aquelas com grande número de exsicatas depositadas nos herbários consultados, além de abranger uma grande variedade de habitats e formas de vida. São elas: *Lavoisiera bergii* Cogn., *Leandra lacunosa* Cogn., *Macairea radula* (Bonpl.) DC., *Miconia burchellii* Triana, *Miconia chamissois* Naudin, *Miconia fallax* DC., *Miconia ferruginata* DC., *Rhynchanthera grandiflora* (Aubl.) DC., *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. e *Trembleya phlogiformis* DC. O acompanhamento em campo foi realizado de 10 em 10 dias no período de um ano em ambientes de campo sujo,

cerrado *sensu stricto*, campo úmido e vereda. Além disso, algumas espécies também foram comparadas ao trabalho de Santos (2003), que acompanhou espécies de Melastomataceae no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas e Parque Estadual dos Pireneus, Goiás. Todas as áreas estudadas são de bioma Cerrado e estão localizadas até 1° de latitude e/ou longitude do Distrito Federal, de onde provem os dados de herbário.

O sistema utiliza a função PPI para cálculo de fenologia a partir de informações do banco de dados do BRAHMS e é possível calcular o PPI com poucos campos de dados preenchidos. Para cada coleta, os requerimentos mínimos necessários são o nome da espécie, o ano e mês da coleta e o estado fenológico em que o indivíduo se encontra. Exsiccatas que não possuem ano e/ou mês são excluídas. A inclusão destas informações foi realizada a partir da observação das exsiccatas e dos dados obtidos nos respectivos rótulos.

O PPI constitui um índice robusto e intuitivamente compreensível que varia de  $\cong 0$  (0,02) a 1. É calculado através da fórmula:  $PPI = [\sum (Vmês) / f] \times \{[(A-n) + 1] / A\}$ , onde V = valor atribuído a cada intervalo; f = número de eventos fenológicos existentes no banco de dados; n = número de intervalos em que o evento foi registrado; e A = constante referente ao número de intervalos anuais (por exemplo, 12, para meses) (Proença *et al.* 2011). Em um extremo, quando o intervalo de referência é mensal, se todos os eventos ocorressem no mesmo mês

em todos os anos, teríamos PPI=1, constituindo assim uma espécie com perfeita fidelidade fenológica a este mês. Em outro extremo, se cada evento ocorresse em um mês distinto, teríamos PPI = 0,02, valor muito próximo de 0, indicando ser esta uma espécie com alta plasticidade fenológica e/ou com estratégia de longa duração. Além disso, a função PPI também estima o mês do ano com maior probabilidade de registro da fenofase para cada espécie, baseado nas informações do banco de dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

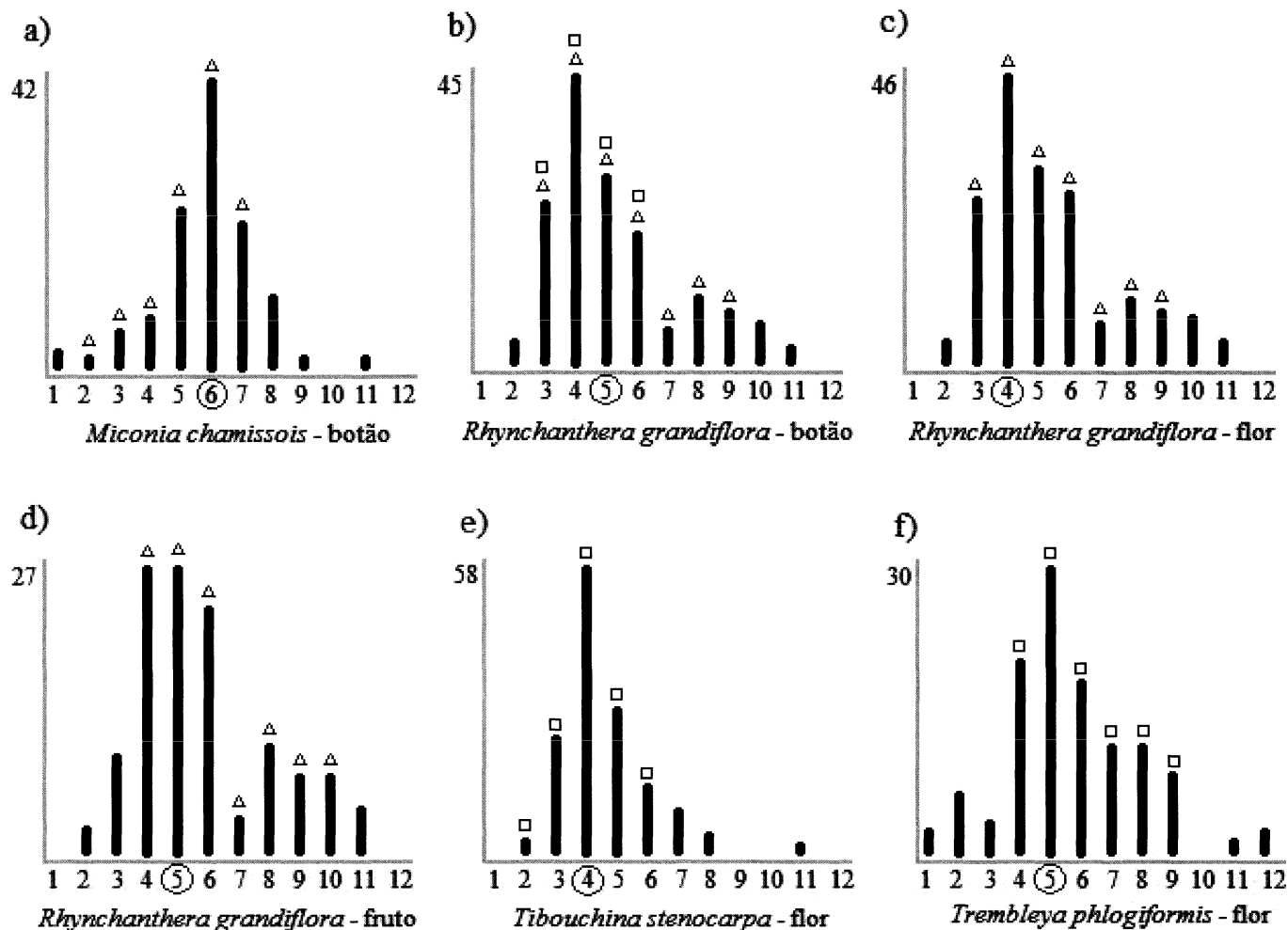
Utilizando a ferramenta PPI no BRAHMS (versão 6.9.8), juntamente com os dados de campo, obtivemos os seguintes resultados, apresentados na **Tabela 1**.

**Tabela 1** – Resultados dos cálculos de PPI e observações em campo. “MP” = mês de maior probabilidade para ocorrência da fenofase de acordo com os cálculos, abreviado pelas três primeiras letras (bot = botões, flo = flores, fru = frutos); “N° evts” = número de eventos registrados em herbários; “Obs cmp” = se a fenofase foi observada em campo no mês de maior probabilidade resultante do cálculo, “-” = não há informação de campo; “PPI” = índice de previsibilidade fenológica para cada fenofase (bot = botões, flo = flores, fru = frutos).

Espécie	PPI bot	MP bot	Obs cmp	N° evts	PPI flo	MP flo	Obs cmp	N° evts	PPI fru	MP Fru	Obs cmp	N° evts
<i>Lavoisiera bergii</i>	0,12	Mai	-	38	0,10	Abr	Não	40	0,06	Mai	Sim	43
<i>Leandra lacunosa</i>	0,17	Ago	-	40	0,12	Ago	Não	43	0,18	Set	Não	23
<i>Macairea radula</i>	0,28	Ago	Não	39	0,28	Ago	Sim	41	0,26	Ago	Sim	19
<i>Miconia burchellii</i>	0,45	Set	Sim	24	0,49	Out	Sim	27	0,14	Out	Sim	20
<i>Miconia chamissois</i>	0,15	Jun	Sim	>50	0,38	Jun	Sim	45	0,17	Ago	Sim	37
<i>Miconia fallax</i>	0,20	Set	Sim	47	0,39	Out	Sim	40	0,10	Nov	Sim	38
<i>Miconia ferruginata</i>	0,15	Jun	-	42	0,15	Jul	Sim	44	0,15	Ago	Sim	44
<i>Rhynchanthera grandiflora</i>	0,09	Mai	Sim	>50	0,08	Abr	Sim	>50	0,11	Mai	Sim	>50
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	0,29	Abr	-	>50	0,23	Abr	Sim	>50	0,27	Mai	Sim	36
<i>Trembleya phlogiformis</i>	0,15	Mai	-	37	0,06	Jun	Sim	>50	0,14	Jun	Sim	46

Resultados de PPI e mês pico confiáveis (acima de 50 eventos analisados) foram: fenofase botão para *Miconia chamissois* Naudin, todas as três fenofases de *Rhynchanthera grandiflora* (Aubl.) DC., fenofases botão e floração para *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. e fenofase floração para *Trembleya phlogiformis* DC. Dos resultados confiáveis, não houve

informação de campo apenas para fenofase botão de *Tibouchina stenocarpa*. Os gráficos de registros de eventos mensais para os resultados de PPI confiáveis, plotados pelo sistema BRAHMS, juntamente com as observações em campo dos respectivos eventos encontram-se na Fig. 1. Eles permitem uma inspeção visual da probabilidade de ocorrência da fenofase por mês.



**Figura 1** – Gráficos plotados no sistema BRAHMS para dados confiáveis de PPI (>50 eventos), com resultados de número de eventos observados por mês. Triângulo representa fenofase observada em campo em nosso trabalho e quadrado representa fenofase observada em campo no trabalho de Santos (2003). Mês de maior probabilidade para a fenofase resultante do cálculo de PPI está circulado.

Analisando os dados da **Tabela 1**, os valores de PPI mais próximos de 1 indicam que a fenofase é mais restrita ao mês pico resultante, podendo indicar floração curta e sincronizada. Um exemplo para isso é a fenofase floração de *Miconia burchellii*, que resultou em um PPI alto (0,49) e em campo foi observada somente em dois meses do ano (Outubro e Novembro). Em contrapartida, quanto mais baixo o índice, mais provável será da fenofase ser observada em outros meses do ano além do mês de maior probabilidade, como no caso de *Rhynchanthera grandiflora* que foi observada em campo com botões (PPI: 0,09) e flores (PPI: 0,08) durante a maior parte do ano (**Figuras 1, “b” e “c”**).

Dos 25 cálculos de PPI de mês de maior probabilidade de ocorrência do evento fenológico, para 21 (84%) foi observada a respectiva fenofase em campo, portanto, mesmo com quantidade de eventos abaixo do valor ótimo (>50), as

informações obtidas através do cálculo de PPI se mostraram confiáveis em prever o comportamento fenológico em um ano aleatório de observações. As divergências entre os dados resultantes do cálculo de PPI e observações de campo podem ter duas explicações: uma quantidade insuficiente de eventos no banco de dados para o cálculo de PPI ou o PPI baixo indicando que a fenofase é plástica ou pouco concentrada ao longo do ano.

Demonstrou-se em nosso estudo que os herbários compõem um banco de dados útil para prever o provável estado fenológico de espécies com diversas estratégias fenológicas e reprodutivas utilizando a ferramenta PPI do BRAHMS.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE. **Manual Técnico de vegetação brasileira**. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992.

PROENÇA, C. E. B., FILER, D. L., LENZA, E., SILVA, J. S., HARRIS, S. A. Phenological Predictability Index in BRAHMS: a tool for herbarium- based phenological studies **Ecography** 35: 289-293, 2011.

ROMERO, R.; MARTINS, A. Melastomataceae do Parque Nacional da Serra da Canastra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 25: 19-24, 2002.

SANTOS, M. L. **Florística e Biologia Reprodutiva de Espécies de Melastomataceae no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas e Parque Estadual dos Pireneus, Goiás**. Tese (doutorado). Departamento de Ecologia – Universidade de Brasília, UnB, 2003.

SCHWARTZ, M. D. Advancing to full Bloom: planning phenological research for the 21<sup>st</sup> century. **International Journal of Biometeorology** 42: 113-118, 1999.